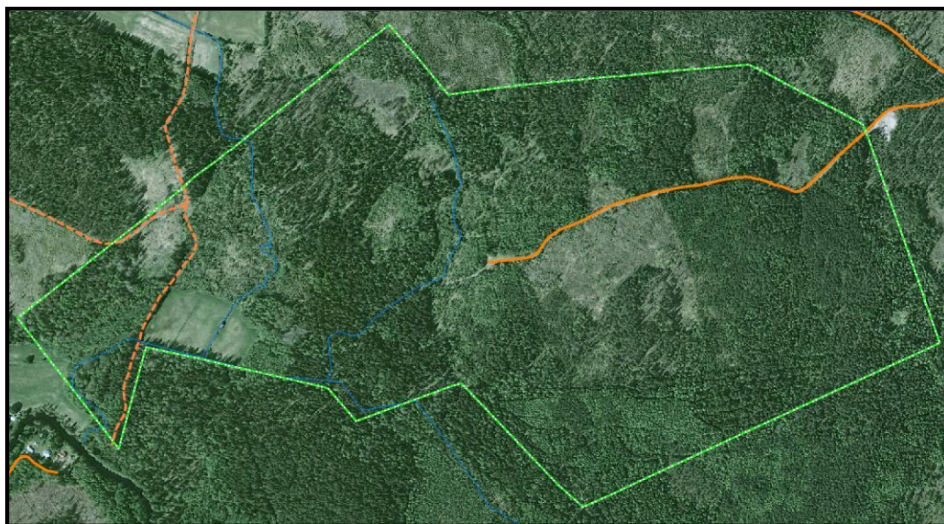




SKOGSMÄSTARPROGRAMMET
Examensarbete 2012:25

Förtolkat digitalt data till skogsägarplan

*Remote sensing data to
Norrskogs Forest Management Plan*



Erik Lundgren

Förtolkat digitalt data till skogsägarplan

Remote sensing data to Norrskogs Forest Management Plan

Erik Lundgren

Handledare: Lars Norman

Examinator: Eric Sundstedt

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Grundnivå med minst 60 hp kurs/er på grundnivå som förkunskapskrav

Kurstitel: Kandidatarbete i Skogshushållning

Kurskod: EX0624

Program/utbildning: Skogsmästarprogrammet

Utgivningsort: Skinnskatteberg

Utgivningsår: 2012

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: skogsbruksplan, fjärranalys, förtolkning

Serienamn: Examensarbete / SLU, Skogsmästarprogrammet

Serienummer: 2012:25



Sveriges lantbruksuniversitet
Skogsvetenskapliga fakulteten
Skogsmästarskolan

FÖRORD

Denna rapport är ett examensarbete på c-nivå omfattande 15 högskolepoäng. Rapporten är skriven vid skogsmästarskolan i Skinnskatteberg.

Uppdragsgivare för detta examensarbete är skogsägarföreningen Norrskog, och jag skulle vilja tacka Örjan Hedström på Norrskog, beställare av detta examensarbete och Lars Norman som varit min handledare på Skogsmästarskolan.

Skulle även vilja tacka medverkande aktörer, Dianthus och Foran för deras tålamod då detta arbete av olika anledningar dragit ut på tiden.

Erik Lundgren

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1 ABSTRACT.....	1
2 INLEDNING.....	3
2.1 Syfte.....	3
2.2 Norrskog	3
2.3 Skogsägarplan.....	4
3 LITTERATURSTUDIE.....	5
3.1 Fjärranalys	5
3.2 Fjärranalys i skogsbruket.....	6
3.3 Metoder	7
3.4 Insamling/Kameror	9
3.5 Bearbetning/Analys.....	10
4 MATERIAL OCH METODER	13
4.1 Val av fastighet	13
4.2 Indelningar.....	13
4.3 Inventeringsmetod	13
4.4 Utrustning.....	15
4.5 Utskick till företagen.....	16
4.6 Jämförelser	16
5 RESULTAT.....	17
5.1 Beståndsindelningen	17
5.2 Volymer	19
5.3 Datahantering.....	20
5.4 Leveranstider	20
6 DISKUSSION	21
6.1 Beståndsindelning	21
6.2 Volymer	21
6.3 Datahantering.....	22
6.4 Leveranstider	22
7 SAMMANFATTNING	23
8 KÄLLFÖRTECKNING.....	25
8.1 Publikationer.....	25
8.2 Internet.....	26
8.3 Intervjuer.....	26

1 ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate how to use remote sensing data when making a forest management plan. The main focus of the study is to compare different methods to identify forest stands of a forest property, and by manual measures and estimates try to evaluate the quality of interpreting data.

This report is based on survey questions sent to five different organizations working with remote sensing data. Only two of these were willing to participate in this investigation. The organizations were asked to analyze the same forest property and divide into compartments and make estimations of volume, basal area etc. in every stand. They were also asked to use the new National Elevation model produced by the National Land Survey of Sweden (Lantmäteriet) as base data.

The results of the investigation show that base attributes like tree height and diameter affects the volume in different ways. It also shows that some values like number of stems per hectare might vary considerably while stand volume varied less using the different methods.

2 INLEDNING

I inledningen förklaras syftet med detta examensarbete och ges information om Norrskog, samt information om Skogsägarplan och skogsbruksplaner.

2.1 Syfte

Detta examensarbete är gjort på uppdrag från Skogsägarna Norrskog för att undersöka olika aktörer för att bearbeta och analysera förtolkat data till Skogsägarplaner, baserat på lantmäteriets nya nationella höjdmodell. Studien är utförd utifrån följande frågor,

- Vilken kvalitet håller materialet?
- Vilket system är smidigast i datahanteringen?
- Hur lång tid tar det för leverantören att få fram data?

Undersökningen bygger på att skicka efter data för samma fastighet till olika aktörer på marknaden och göra en kvalitetskontroll på materialet, jämföra dataöverföringen till skogsägarplaner och tidsåtgång.

I dagsläget använder sig Norrskog av manuell bildtolkning som underlag till sina skogsbruksplaner. Detta ger ett bra underlag för fältarbetet, men med detta examensarbete så undersöker man möjligheterna att använda andra metoder för att ta fram digitalt förtolkat material till skogsbruksplaner.

2.2 Norrskog

Norrskog är en skogsägarförening som startades den 1 januari 1970 som en förvaltningsförening. Det var tre stycken skogsägarföreningar (Jämtland, Medelpad och Ådalarna) som gick ihop och startade Norrskog. De tre primärföreningarna stod kvar som juridiska personer men överlät det praktiska arbetet till Norrskog. Det var främst skogsbruksservice, föreningsverksamhet och virkesförhandlingar som överläts.

När Norrskog skapades var det tänkt att de tre föreningarna skulle fusionera inom en tre månaders period, men det blev inte som planerat. I maj 1987, 17 år efter att Norrskog skapades blev denna fusion av och de tre primärföreningarna blev skogsägarföreningen Norrskog.

2004 förvärvade Norrskog företaget Camfore AB, som har träförädlingsindustri i Jämtland. Tillsammans med föreningens sågverk i Östavall bildades Norrskog Wood Products även kallat NWP.

Några nyckeltal som kommer från 2011 års årsredovisning.

Antalet medlemmar:	12 890 st.
Omsättning:	1 824 Miljoner kr
Redovisat resultat:	-27,2 Miljoner kr

Virkesfångst:	1 518 000 m ³ f
Kassalikviditet:	128,2 %
Soliditet:	18 %
Avkastning EK:	0 %

2.3 Skogsägarplan

Systemet Skogsägarplan ägs av de fyra skogsägarföreningarna tillsammans (Södra, Mellanskog, Norrskog och Norra Skogsägarna). Skogsägarplan används för att upprätta, ajourhålla och revidera skogsbruksplaner.

En skogsbruksplan används för att få en överblick på sin fastighet. I planen finns information om varje enskilt bestånd som t.ex. Volym, trädslagsfördelning, medeldiameter, höjd, stammantal och ålder. I planen finns även övergripande information om åldersfördelningen över fastigheten, åtgärdsförslag, totala virkesförrådet m.m. Norrskog har tillverkat planer på 25 000 ha under 2011 vilket gör de till marknadsledande inom sitt geografiska område.

När Norrskog gör en skogsbruksplan så börjar det med att det beställs en bildtolkning över fastigheten, bildtolkningen görs idag manuellt. Resultatet från bildtolkningen består av ett förslag på beståndsindelning och ett antal olika parametrar på varje bestånd. Parametrarna kan variera med de vanliga är m3sk/ha, trädhöjd, medeldiameter och grundyta. Dessa siffror är ju inget facit men det är en god hjälp på väg. En väl genomförd bildtolkning bidrar med ett väldigt bra underlag för fältarbetet.

Fältarbetet består av att göra mätningar i fält och då kan man stämma av med siffrorna från bildtolkningen. Fältarbetet innebär också att kontrollera beståndsindelningen från bildtolkningen och redigera om det anses behövas. Utöver det så ska det läggas till information som inte går att fånga genom bildtolkningen. T.ex. bärighet och bonitet.

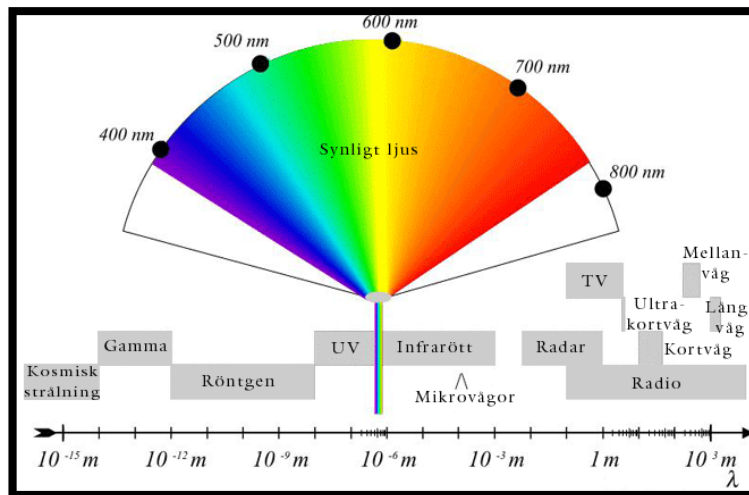
När man sedan har sammanställt informationen systemet Skogsägarplan så har man en väldigt bra skogsbruksplan. Denna kommer att vara ett underlag till beslutstagande och planering i skogsägaren skogsbruk.

Med en skogsbruksplan upprättad av Norrskog i Skogsägarplan finns även möjlighet att få tillgång till "Skogsägarplan på webben". Vilket gör att den alltid är uppdaterad och möjliggör ett ökat engagemang hos skogsägaren.

3 LITTERATURSTUDIE

3.1 Fjärranalys

Fjärranalys bygger att man granskar och analyserar bilder och data över ett område. För att fånga in material till detta så finns ett flertal sätt att göra på. Vanligt är att man använder sensorer monterade på satelliter och digitala flygkameror som spårar och upptäcker reflekterad och emitterad (utsänd) elektromagnetisk strålning i synligt ljus, nära infrarött och terminalt infrarött. Dessa band utgör bara en liten del av det elektromagnetiska spektret. Elektromagnetiska spektrumet består av all elektromagnetisk strålning, från gammastrålning och röntgenstrålar till mikrovågor och radiovågor. Det ljus som är synligt för ögat innefattar endast en liten del, med våglängder på cirka 400 – 700 nanometer och det infraröda ljuset ligger mellan 700 – 1 000 000 nanometer. (Gustavsson, 2010) Vilket visas i figur 1 nedan.



Figur 1. Det elektromagnetiska spektrumet. (Elektromagnetiska spektra, 2011, Länk A)

Frekvensen på en flygburen laser är ca 500-1500 nm, de vanligaste är att frekvensen ligger på 1040-1060 nm. Sensorerna samlar in reflektionsegenskaperna hos objekten på bilderna eller i naturen. Eftersom mängden ljus reflekteras olika från olika ytor så går det att urskilja olika objekt. T.ex. frisk vegetation absorberar mest ljus i det gröna av det synliga bandet vilket medför att det blir grön färg på den friska vegetationen. Det finns lasrar över bredare spektrum än det synliga och nära infraröda från 50-30000nm, men för flygburna lasersystem är oftast begränsade till de nära infraröda banden av det elektromagnetiska spektret. På vissa lasersystem går det att ställa in våglängden, det kan vara över flera hundra nanometer. Dessa används sällan till flygburen laserskanning idag p.g.a. att de inte är färdig utvecklade än, man har problem med att samla in data på olika våglängder samtidigt (Baltsavias, 1999).

Sensorer kan delas in i två huvudgrupper, aktiva och passiva. Till de aktiva hör laser och radar, till de passiva hör optiska kameror för flygfoto. Att sensorn är passiv menas att den registrerar den elektromagnetiska strålning som når kameran. Är sensorn aktiv så menas det att den skickar ut en egen signal som registreras när strålningen når tillbaka. Så en vanlig kamera är passiv men om man använder blixtnär så är kameran aktiv då den registrerar det ljus som sänts ut av blixten. (Olsson, 2009) Det finns många varianter av passiva optiska sensorer. Beroende på vad det är man söker finns de olika typer av geometriska upplösningar som 2D, linje, flera linjer eller punktdetektorer. Sen finns det olika format som geometriska, radiometriska och spektrala upplösningar. (Baltsavias, 1999) Om man använder aktiva sensorer som laser så kan man skapa krontaksmodeller och markmodeller. Krontaksmodellen är ett moln av laserpunkter som visar vart trädtopparna är, medan markmodellen är de laserpunkter som träffat marken. Genom att jämföra skillnaden på dessa modeller är det möjligt att göra en uppskattning av viktiga skogliga parametrar. Det kan vara parametrar som trädhöjder, beståndsvolym och den vertikala strukturen på skogen och krontakets slutenhet (Sua´rez m.fl., 2005).

Flyghöjden vid laserskanning kan variera från 20 till 6000m, vanligaste flyghöjderna ligger mellan 200-1000m. Den maximala flyghöjden blir begränsad av kraften på lasern och känsligheten på sensorn. Den lägsta flyghöjden begränsas av ögonens säkerhet. Flyga för nära marken med en för stark laser, kan innebära stor risk för ögonskador på människor på marken (Baltsavias, 1999).

Flyghastigheten begränsas av de tekniska parametrarna på systemet som t.ex. avsökningshastighet, dataflödet, lagringskapaciteten och vilka manövreringar som krävs i svår terräng för att säkerställa överlappande stråk. (Baltsavias, 1999)

När det gäller färdplaneringen så är det lättare att göra om man använder flygburna fotogrammetriska kameror, om man jämför med flygburen laser. Detta beror på att det inte får bli glipor mellan stråken med lasern. Så navigeringen är väldigt viktigt, om man tappar GPS-mottagningen så finns det stor risk att man måste flyga om området (Baltsavias, 1999).

3.2 Fjärranalys i skogsbruket

Fjärranalys möjliggör insamling av objektiva data, vilket ökar effektiviteten vid inventering och kan möta behovet av ny information till rimliga kostnader. Fjärranalys används i stor utsträckning till att kartlägga skogens resurser som t.ex. volym och biomassa över stora områden. (Kotamaa m.fl., 2010)

Resultatet från en fjärranalys kan fungera som beslutsstöd till skogsvård, avverkning, skapande av skogsbilvägar m.m. Fjärranalyser kan även användas till att övervaka natur- och kulturmiljöer.

Med hjälp av fjärranalys och lämpliga analysverktyg kan man återskapa skogen och omgivningen i 3D modeller. På så vis kan tolkningar och analyser av material genomföras och därigenom få fram olika parametrar som är av intresse. Det kan vara t.ex. medeldiameter på skog, medelhöjden eller i tidigt skede upptäcka om skogen blivit angripen av någon sjukdom. Kan man bara hitta rätt parametrar kan man få fram nästan vad man vill med hjälp av fjärranalys.

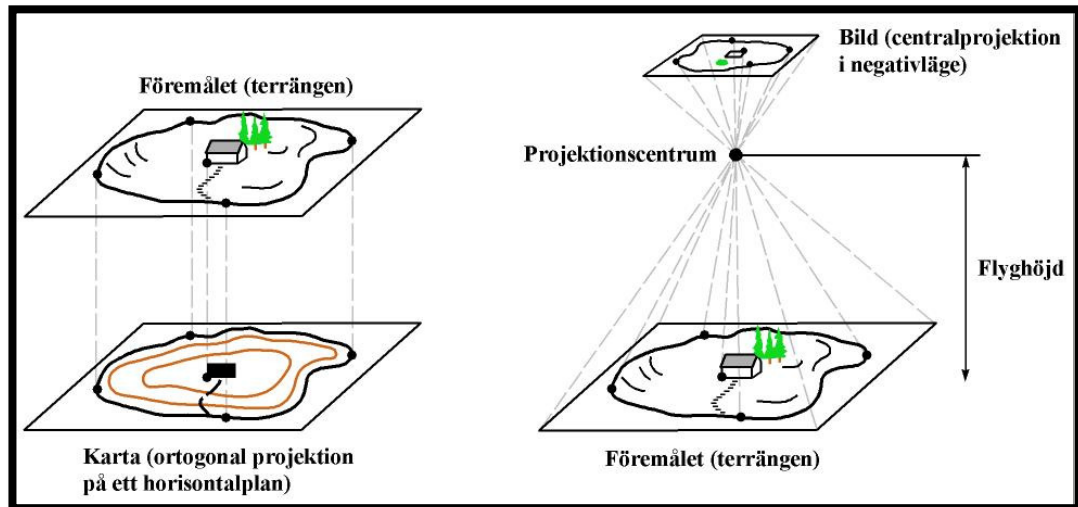
Det senaste decenniet har forskningen inom fjärranalys fokuserat på användningen av flygburna laserskanningssystem med hög upplösning. Som t.ex. aktiva mikrovågsradar, SARsystem (syntetisk apertur-radar) och hyperspektrala data. Parallellt med detta sker utvecklingen av digitala luftburna kamerasystem, digital fotogrammetri och mycket hög upplösta multispektrala data, vilket också har visat sig lämpligt för skogskartläggning. (Koch, 2010) Läs mer om detta under rubriken "metoder". Skogskartläggning är ett brett område och en mängd skogliga parametrar kan kartläggas eller modelleras baserat på informationen från fjärranalys enbart eller i kombination med fältdata. (Koch, 2010)

3.3 Metoder

Det finns ett antal olika metoder för att få fram förtolkat material till skogsbruksplaner. Men processen att få fram detta material är uppdelat i steg, det börjar med någon form av insamling av grunddata. Detta samlas in antingen med flyg eller satelliter och består av bilder eller ett moln av punkter från laser eller rader. När materialet är insamlat måste det analyseras, och det är idag ganska vanligt att man kombinerar bilderna med laserdata och även markmodeller används för att göra analysen. När man analyserar data så innebär det att man gör rumsliga beräkningar i materialet. Bearbetning och analys av rådata görs oftast genom olika aktörer, som med sina egenutvecklade algoritmer och erfarenhetstal beräknar de parametrar som beställaren efterfrågar. (Baltsavias, 1999)

Utgår man från bilder som grunddata används fotogrammetri för att göra beräkningar. Fotogrammetri kan göras både i enkel bild eller i överlappande bilder. Har man en enkelbild måste man lägga till en höjdmodell för att kunna göra mätningar. Om man har en serie med överlappande bilder kan man mäta olika objekts position i olika bilder för att bestämma objektets storlek och position. Detta sker nu för tiden digitalt, förr använde man avancerade optisk-mekaniska instrument för att göra tredimensionella modeller. Man kan även använda instrument som mäter bildkoordinaterna i två bilder och räkna om de till tredimensionella koordinater. Tekniken med att räkna om koordinaterna är det som används inom den digitala tekniken fast i digitala bilder. För att man ska kunna göra fotogrametiska mätningar på en bild krävs det att man gör vissa geometriska korrigeringar, eftersom att ett flygfoto är centralprojekterad. Detta medför som sagt att man måste korrigera bilden så det blir ett ortofoto som är en bild tagen rakt uppifrån. Objekt i utkanten på bilderna ser ut att luta och för att kunna korrigera det använder man sig av ytterligare en bild som överlappar den första och sedan betraktas de båda bilderna i stereo. Figur 2 nedan visar en enkel

flygbilds geometriska egenskaper och hur det ser ut när man gör om den till ett ortofoto.



Figur 2. Den högra bilden, centralprojektion, visar en enkelbilds geometriska egenskaper. Till vänster visas en ortogonal projektion av landskapet. (Olsson, 2009)

Idag är flygburen laser en av de vanligaste och effektivaste metoderna för att ta fram digitala 3D-modeller som t.ex. markmodeller och krontaksmodeller. En flygburen laser skickar ut laserpulser, de reflekteras emot objekt på marken och sensorn registrerar den tid det tar för pulsen att komma tillbaka. Under ideala förhållanden kan man med laser automatiskt få fram rådata med X, Y och Z parametrar ("Z" består av höjdinformation). Det man får fram är förvisso fortfarande rådata vilket kommer att behöva manuell redigering, men det kan automatiseras till hög grad (Baltsavias, 1999).

En del system har möjlighet att registrera flera ekon från en laserpuls, t.ex. första och sista. Vissa system kan även registrera intensitetinformation, som kan användas för att klassificera trädslag (Baltsavias, 1999). Det går oftast att ställa in sensorn på vilka registreringar som ska användas, eftersom en del registreringar kommer när pulsen nått marken medan en del träffar t.ex. ett träd. Då går det att sortera dessa punkter i första och andra returer. De pulser som träffat marken hamnar i en grupp, och de som träffat träd eller andra objekt hamnar i den andra gruppen. Eller så kan de dela in i vilken typ av objekt pulsen träffat, om systemet kan registrera intensitetsinformation.

En del lasersystem är kombinerade med videokameror, digitala kameror eller multispektrala sensorer för att kunna förse laserdata med bilder och multispektral information (Baltsavias, 1999). För att det ska vara möjligt att göra beräkningar och eventuellt komplettera med en bild är det viktigt att man även registrerar vart sensorn befinner sig vid varje registrering i ett GNSS-system.

3.4 Insamling/Kameror

Lantmäteriet har tagit fram en höjdmodell över stora delar av Sverige, målsättningen är att täcka hela Sverige. Höjdmodellen har framställts med laserskanning, och med de laserpunkter som registrerats, har man med automatiska metoder klassificerat och fått ett grid. Ett grid är som ett nät som tagits fram med hjälp av punkterna från laserskanningen och detta bildar ett lager. Upplösningen på detta grid är ca 2m. Skanningen har en punkttäthet på 0,5-1 punkt per m² och man flög på ca 2300meter och hade en skanningsvinkel på 20 grader och varje nytt stråk överlappade det andra med 20 %, laserpunkten på marken hade en storlek på 0,5-1 meter. En DMC (digital mapping camera) användes vid framtagningen av denna höjdmodell.

Optech ALTM 1233 – systemet är ett lasersystem som är flygburet och det går att ställa in på olika sätt. I studien "Riparian vegetation classification from airborne laser scanning data with an emphasis on cottonwood trees" användes systemet för att skilja mellan unga, mogna och gamla Cottonwood träd i San Pedro flodens avrinningsområde nära Benson, Arizona i USA. Systemet var inställt på följande vis, en scanningfrekvens på 28 Hz och en 20 graders avsökningsvinkel. Våglängden på lasern ligger på ca 1000 nm. Varje laserpunkt var ca 15 cm stor på marken (även kallat fotavtryck). I studien nådde man en säkerhet på 78 % i klassificeringen. (Farid, m.fl., 2006) I en studie av Erik Næsset (2004) användes Optech ALTM 1233 – systemet för att göra en terrängmodell och en krontaksmodell på ett 250 km² stort område i Norge, vilket var det första fullskaliga projektet i Norden. Man använde då en pulstäthet på ca 0,7 m² och flyghöjden var 800m. Man registrerade den första och sista laserpulsens och på så vis skapades en terrängmodell ur den sista pulsen, alltså den som studsade mot marken. Den första pulsen skapade en krontakmodell, alltså den puls som träffade krontaket och är först tillbaka till sensorn. På så sätt blir det enkelt att mäta trädhöjd då man bara mäter skillnaden mellan marken och krontaket. (Næsset, 2004) I studien bekräftades att laserbaserade system kan tillhandahålla tillräckligt exakta uppskattningar av de variabler i skogsbestånd som används vid skogsplanläggning. Man kan även leverera tillförlitliga beståndsberäkningar som går att tillämpa vid drivningsplanering på stora områden. (Næsset, 2004)

En sensor som håller på att höja ribban för framtidens fjärranalyser är Leica ADS80 som är en flygburen digital sensor, den är nu inne på sin tredje generation. ADS80 stödjer det mesta av insamling, allt från ortofoto till 3D-kartläggning. Den kan leverera bilder med mycket hög kvalitet, bilder med 5cm upplösning och systemet har en frekvens på 1000 Hz och har ett uppgraderat dataflöde vilket tillåter en mycket högre flyghastighet. (Leica ads80, 2011, Länk B)

Enligt Waser, m.fl., (2011) har det gjorts en jämförelse mellan 3 olika systems möjlighet att upptäcka olika trädslag. ADS40 första och andra generationen som är en luftburen digital sensor, infraröda (CIR) bilder tagna med en Leica RC30 kamera och den nationella digitala terrängmodellen över Schweiz som är framtagen med laser av det schweiziska "Federal Office of Topography". (Waser,

m.fl., 2011) Det visades i studien att de kunde ha en artbestämnings säkerhet på över 90 % om man kombinerade ADS40 med variabler från RC30 kameran.

3.5 Bearbetning/Analys

För bearbetning av fjärranalysmaterial använder de berörda aktörerna av olika typer av analysmetoder, det kan vara t.ex. beräkna varje träd eller arealmetoder. Alla aktörer på marknaden har sina egna sätt för att göra sina analyser, och det går inte att säga att något är mer fel eller rätt än något annat. Eftersom de flesta utgår från företagets egna hemliga logaritmer och uträkningar får de sällan samma resultat. Frågan är bara hur nära verkligheten man kommer med de olika bearbetningsmetoderna, och vad som skall anses som facit.

En metod där man beräknar varje träd är "Individuella trädkronor Klassificering" (Individual tree classification) (ITC, 2011, Länk C). Utgångspunkten är en högupplöst digital bild (ca 30cm upplösning), både satellitbilder och flygburna sensorer kan användas. T.ex. QuickBird (satellit) eller Leicas ads80 (flygburen sensor). Först identifieras områden som inte är skog t.ex. sjöar, kärr, vägar och åkermark etc. När dessa områden kan räknas bort är det lättare att göra en bra indelning. Sedan görs en uppdelning där man försöker identifiera enskilda träd i materialet, ITC använder en teknik som analyserar skuggor från träden för att identifiera varje träd. Med hjälp av provtytor i materialet blir skogen indelad i klasser eller trädslag, beroende på vad man vill ha för resultat. I Norden är de vanliga trädslagen tall, gran, och löv (T,G,L). Men ITC har möjlighet att artbestämma upp till 10 olika trädslag, i Kanada är det vanligt med 4-5 olika lövträdslag och 4-5 olika barrträdslag. Ska man använda ITC för att göra en skogsbruksplan så kan man dela in skogen i olika bestånd. Indelningen i bestånd kan göras på olika sätt, men normalt används trädslag och trädens storlek eller ålder som indelningskriterium. Det går även att använda faktorer som höjd över havet, lutningen, bonitet, geologi, etc. (Nils Erik Jørgensen, GIS konsulent, TerraNor telefonintervju 2011-02-07) Storleken på bestånden blir minst 0,5 ha, detta passar bra då ett bestånd i en skogsbruksplan inte bör vara mindre än 0,3 ha. ITC använder sig också av infraröda bilder vilket gör det relativt lätt att identifiera skogsskador, såsom torka och svampangrepp (ITC, 2011, Länk C).

Dianthus har en metod som utgår ifrån lantmäteriets nya höjdmodell och nära infraröda eller färgortofoton när de gör sina beräkningar. Deras sätt att bearbeta materialet består av ett flertal steg med både automatiska och manuella åtgärder. Man börjar med att dela in skogen i avdelningar och sedan skattas skogliga parameter avdelningsvis. När man delar in i avdelningar utgår man från lantmäteriets höjdmodell tillsammans med ett ortofoto med 50 cm upplösning, indelningen sker automatiskt med hjälp av strukturer och skarpa kanter i orofotot. Sedan görs en manuell korrigering innan man får en färdig beståndsavfattning. (Fredrik Walter, VD och fjärranalysarkitekt, Dianthus telefonintervju 2011-02-23)

När beståndsavfattningen är gjord skattas alla skogliga parametrar. Man börjar med en filtrering och optimering av höjdmodellen, detta för att automatiskt kunna skatta medelhöjden på beståndet. Detta görs också med ortofotot för att skatta stamantalet i beståndet. Sedan kontrolleras och korrigeras medelhöjden och stamantalet manuellt. Man skattar även trädslagsfördelningen manuellt. När man sedan har information om medelhöjd, stamantal och trädslagsfördelning beräknas grundyta, medeldiameter, virkesförråd och ålder med hjälp av funktioner byggda på erfarenhetstal. Funktionerna är anpassade efter olika regioner. När detta är gjort och en manuell genomgång av alla avdelningar har utförts har man en färdig fastighetsbeskrivning med skattningar av följande parametrar per bestånd:

- Medelhöjd
- Medeldiameter
- GY
- Virkesförråd
- Ålder

På sikt ska man med jordartskartor och markhöjdsmodeller kunna skatta ståndortsindex, och på så sätt få bättre skattning av ålder och möjlighet att göra skattning av gallringstal och trolig tillväxt. (Fredrik Walter, VD och fjärranalysarkitekt, Dianthus telefonintervju 2011-02-23)

4 MATERIAL OCH METODER

4.1 Val av fastighet

Valet av fastighet är gjort av min handledare Örjan Hedström. Det vart en del av en större fastighet i ett område där lantmäteriet har gjort testflygningar och samlat in ett bra underlag. Det är detta material som aktörerna fått använda sig av för att göra en så bra fjärranalys som de kunde med lantmäteriets material.

Enligt fastighetsägaren skulle det inte ha gjorts något på fastigheten sedan lantmäteriet gjorde sina flygningar 2008, men det visade sig ha blivit någon form av missförstånd för när jag kom dit för att börja med mina mätningar så är stora delar av fastigheten gallrad eller slutavverkad nyligen. Detta medför att möjligheten att hitta orörda bestånd, som skulle ge fullgoda mätresultat vart begränsad.

4.2 Indelningar

För att göra en egen beståndsindelning så studerade jag ett högupplöst ortofoto, och delade in fastigheten i bestånd efter vad jag ansåg vara lämpliga avdelningar. Som om jag var en planläggare som inte har något förtolkat material över en fastighet. Självklart har denna indelning redigerats efter fältbesök. Min slutgiltiga indelning finns illustrerad under "5.1 Beståndsindelning" Detta gjordes innan jag fått in något resultat från de berörda aktörerna. Främst för att jag inte skulle bli påverkad av deras resultat och för de andra att det passade bättre i min tidsplanering att göra inventeringen innan aktörerna hunnit leverera något resultat. Detta visade sig vid ett senare tillfälle bli ett litet problem. De områden jag ansåg vara självklara bestånd utifrån de material jag förfogade över valdes ut för att kontrolltaxeras. Min tanke med detta var att dessa bestånd skulle förbli intakta och inte skulle bli avdelade av aktörerna.

4.3 Inventeringsmetod

Metoden jag har använt mig av för att göra kontrolltaxeringen är Norrskogs instruktion för objektiv cirkelytetaxering. Rutinen har följande beskrivning,

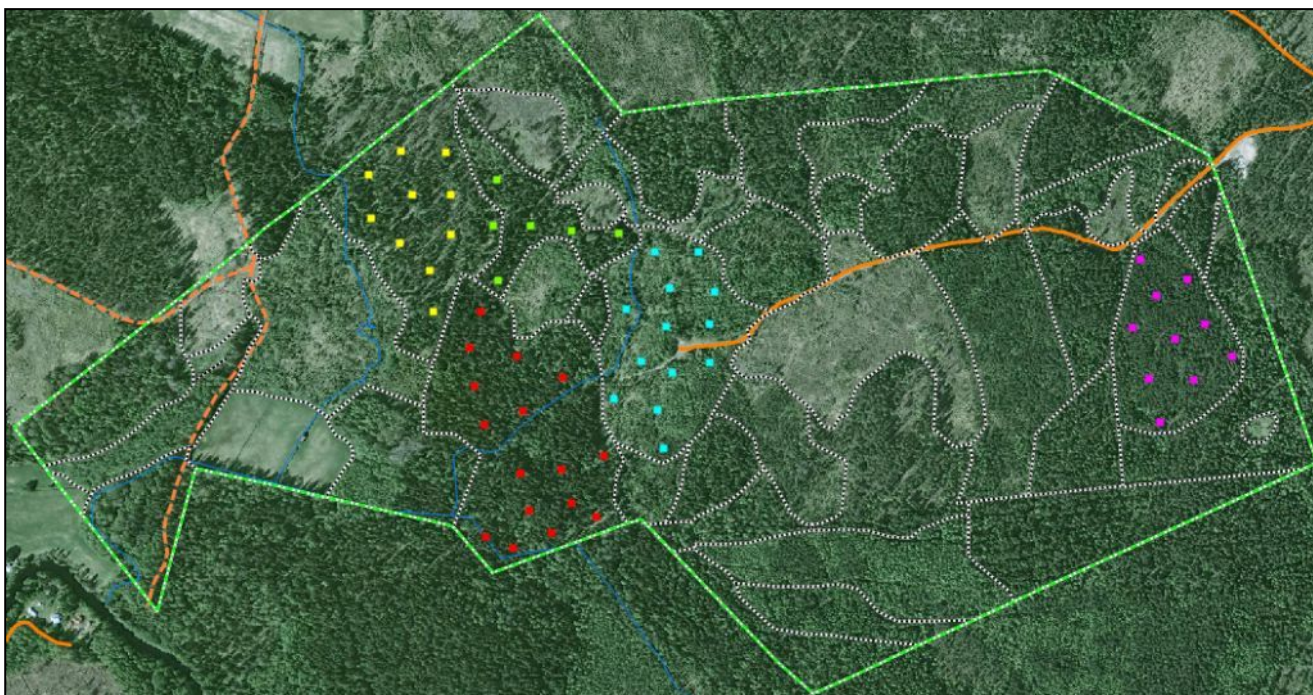
"Provytor läggs ut i regelbundna förband. Antalet provytor beror på objektets areal, stamfördelningens jämnhet samt provytestorlek. Normalt används ytor med 100 kvadratmeters storlek. I jämna bestånd med relativt få stammar per ha och lite underväxt kan större provytor väljas.

Nedanstående tabell visar antal ytor och avstånd mellan dessa, som bör väljas vid ett skattat medelfel på 10 procent av volymen."

Tabell 1. Hur man bestämmer antalet provytor enligt Norrskogs rutin för objektiv cirkelytetaxering

Objekt-areal, ha	Cirkelyteradie 5,64 m (100 m ²)				Cirkelyteradie 6,91 m (150 m ²)			
	Jämn stamfördeln.		ojämn stamfördeln.		Jämn stamfördeln.		ojämn stamfördeln.	
	Ant ytor	Förband	Ant ytor	Förband	Ant ytor	Förband	Ant ytor	Förband
2	15	35 m	18	35 m	10	45 m	12	40 m
4	20	45 m	25	40 m	12	60 m	15	50 m
6	20	55 m	25	50 m	12	70 m	18	65 m
8	25	55 m	30	55 m	15	75 m	18	65 m
10	25	65 m	30	60 m	20	80 m	25	75 m
12	30	70 m	35	65 m	20	80 m	25	70 m
14	30	70 m	35	70 m	20	85 m	25	75 m
16	30	75 m	35	70 m	20	90 m	25	80 m
18	30	80 m	35	75 m	20	95 m	25	85 m
20	30	80 m	35	75 m	20	100 m	25	90 m

Vid varje provyta gjordes en punktmarkering i ett SHAPE lager och varje provyta fick ett nummer, samma nummer användes i dataklaven. Detta för att kunna identifiera varje enskild provyta och göra korrigeringar i efterhand om det skulle behövas. Denna registrering gjordes i handdatorn. Nedan i figur 6 visas vart provytor för kontrolltaxeringen är på fastigheten, anledningen till att det blev väldigt få bestånd som besöktes var som det beskrivits tidigare ett missförstånd mellan oss och markägaren. Det visade sig att nästan alla bestånd var påverkade på ett eller annat sätt det senaste året. Detta gör att de inte kunde användas i undersökningen eftersom att NNH var från ett tidigare år. Jag utgick ifrån min indelning och gjorde lite korrigeringar innan mätningarna i fält började och utläggning av provytorna.



Figur 3. Provytornas placering.

Som framgår stämmer inte provytornas placering helt enligt inventeringsinstruktionen, men det finns en förklaring till det. Förklaringen är den att det ibland var dålig mottagning på min GPS i handdatorn vilket gjorde att positionsvisaren inte var stabil utan flyttade på sig även fast jag stod still. Därför är inte alla provytor i linje med varandra som de borde ha varit. Detta bidrar med en viss osäkerhet i undersökningen, men till stor del så stämmer positionerna bra.

Avdelningarna som kommer att granskas i resultatet är avdelning 1 (Röda punkter + 4st gröna punkter), avdelning 2 (Gula punkter) och avdelning 3 (Blåa punkter).

4.4 Utrustning

För att göra denna kontrolltaxering använde jag mig av en dataklave av modell "Haglöfs Digitech Professional" med programmet "Estimate Pro DP" och en höjdmätare av modell "Haglöfs Vertex 4" och en transponder T3. För navigering och koordinatsättning av provytor användes en handdator "Handheld Nautiz x7" med programmet "Arcpad 7.1.1.". För att lägga ut provytor använde jag även karta och kompass. För att göra sammanställning och jämförelser så använde jag mig av programmet "3G PC 2.3.1". Sammaprogram användes för att se variationerna i beståndsindelningen och positionerna på mina provytor. För att göra beräkningar använde jag mig av "Microsoft Office Excel" där jag kunde med olika uträkningar slå ihop aktörernas bestånd för att passa mina mätningar.

4.5 Utskick till företagen

Utskicket till aktörerna skickades med mail och innehöll en förfrågan om de var intresserade att vara med i denna undersökning. Det innehöll en liten presentation av mig och en del från Norrskog om varför de beställt detta examensarbete och vad de ville få för resultat. Efter en tids mailkonversationer och telefonsamtal så slutade det med att endast 2 aktörer av de 5 tillfrågade var intresserade av att delta, Dianthus och Foran.

4.6 Jämförelser

När det kommer till jämförelser stötte jag på problem eftersom att våra beståndsindelningar ser olika ut. Jag har försökt lösa detta genom att slå ihop avdelningar och tagit bort och lagt till provytor, för att på bästa sätt få en bra täckning av provytor inom de berörda avdelningarna.

5 RESULTAT

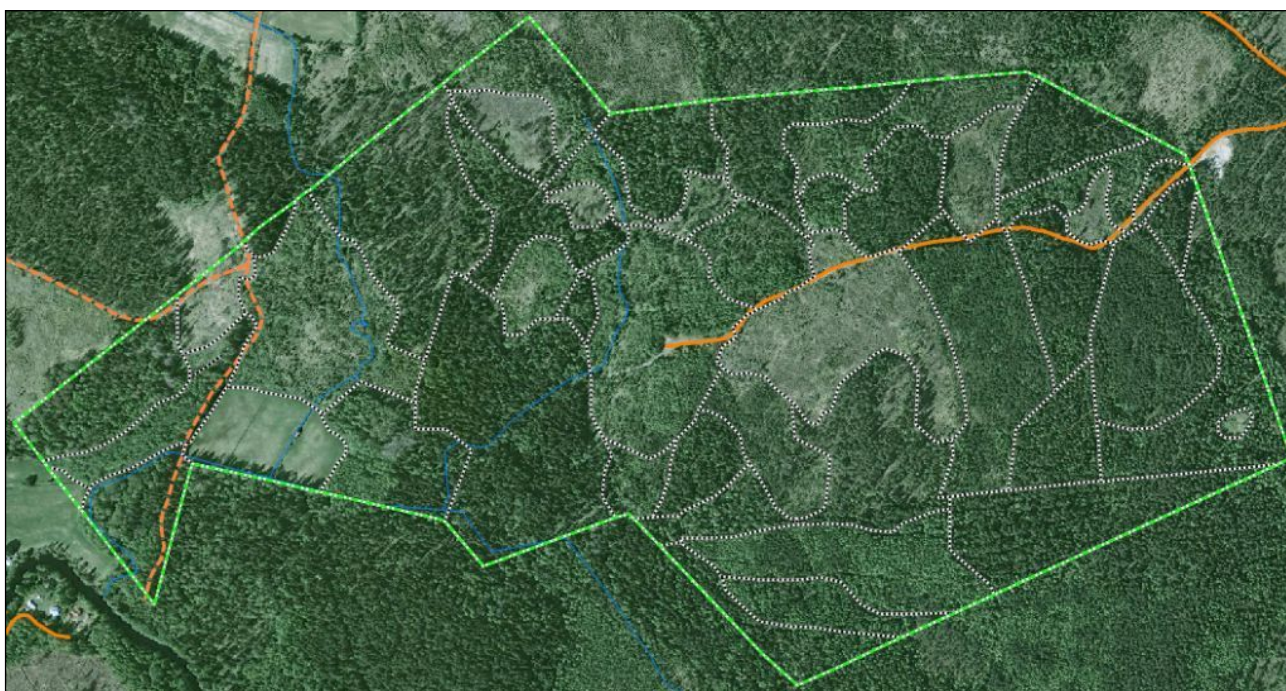
För att undersöka kvaliteten på materialet har jag valt att studera olika delar av undersökningen. Det jag anser viktigast är beståndsindelningen, eftersom att den är till stor hjälp och förenklar fältarbetet. Det andra jag valt att titta närmare på är volymen, just för att det är en viktig parameter när man ska göra en skogsbruksplan. Samtidigt som jag tittar närmare på volymen kommer jag titta lite på vilka parametrar som styr volymsbestämningen.

Jag kommer också analysera de andra frågorna som ställdes i inledningen, om datahanteringen och leveranstider.

5.1 Beståndsindelningen

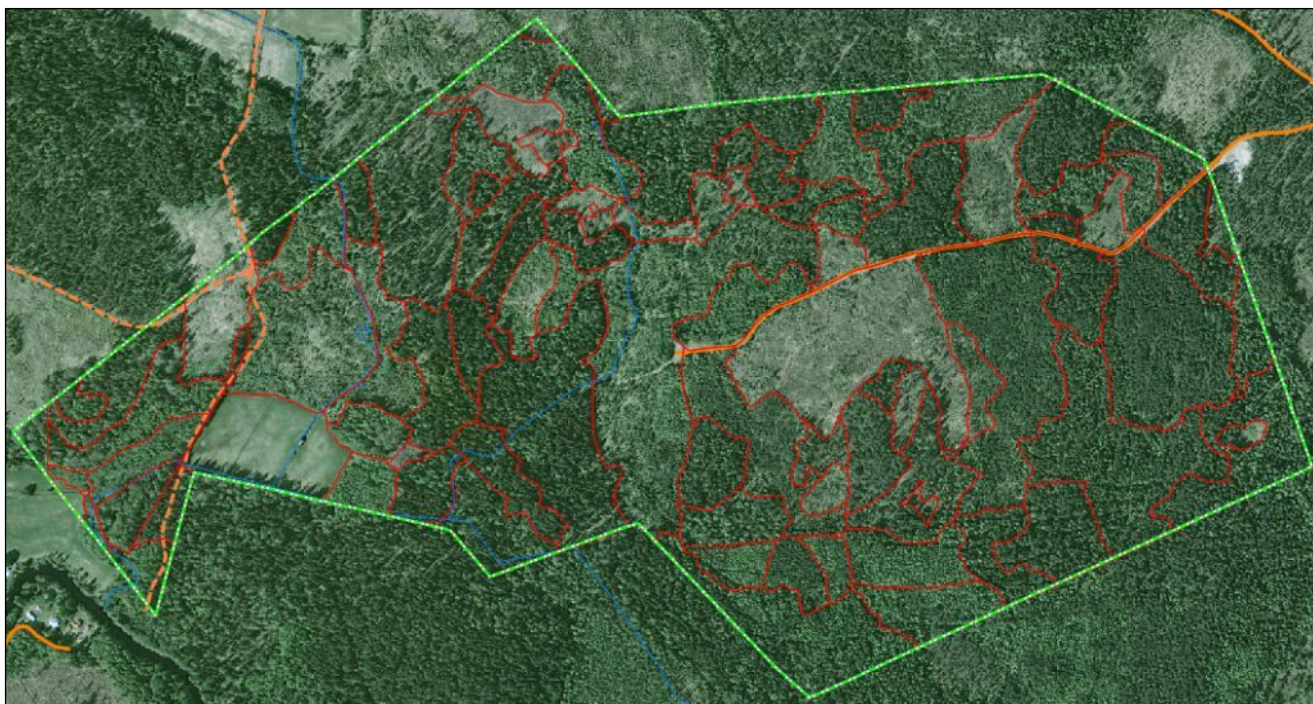
Här presenteras resultatet av de olika beståndsindelningarna.

Min indelning, 42st avdelningar med en medelareal på 1,8ha



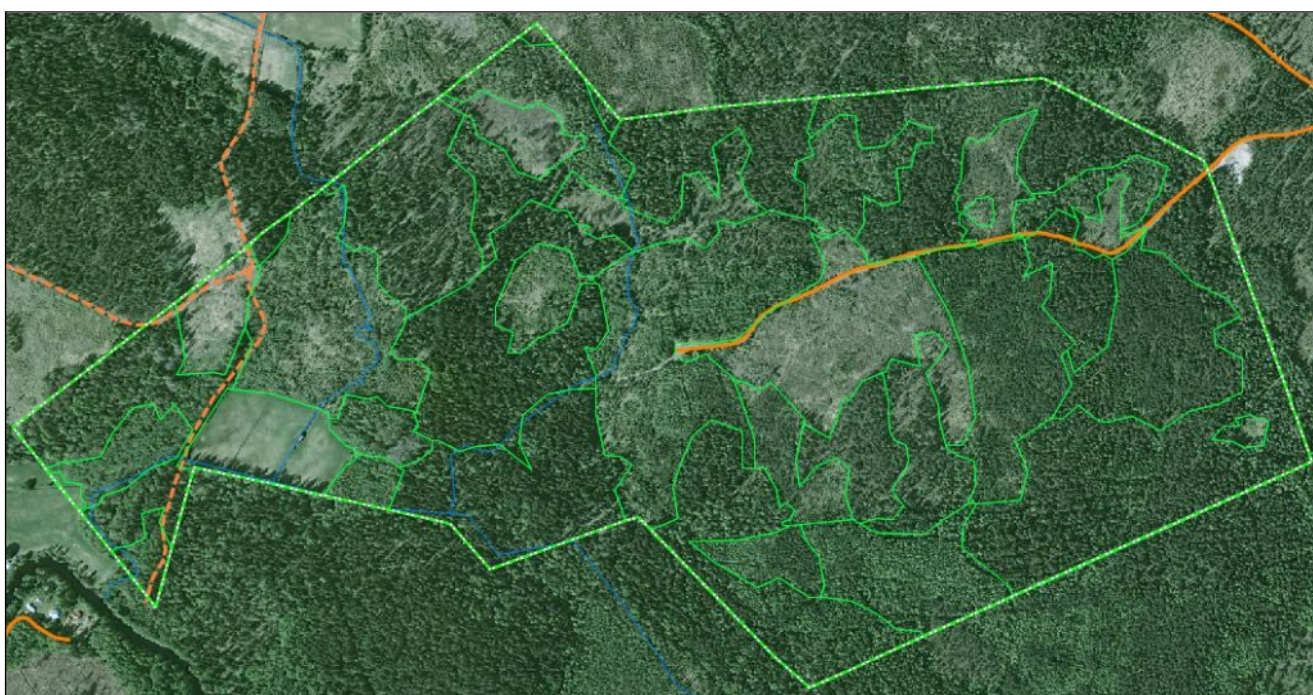
Figur 4. Min indelning, gjord efter granskning av ortofoto och fältbesök.

Dianthus indelning med 93 avdelningar och en medelareal på 0,8 ha.



Figur 5. Dianthus indelning efter deras beräkningar.

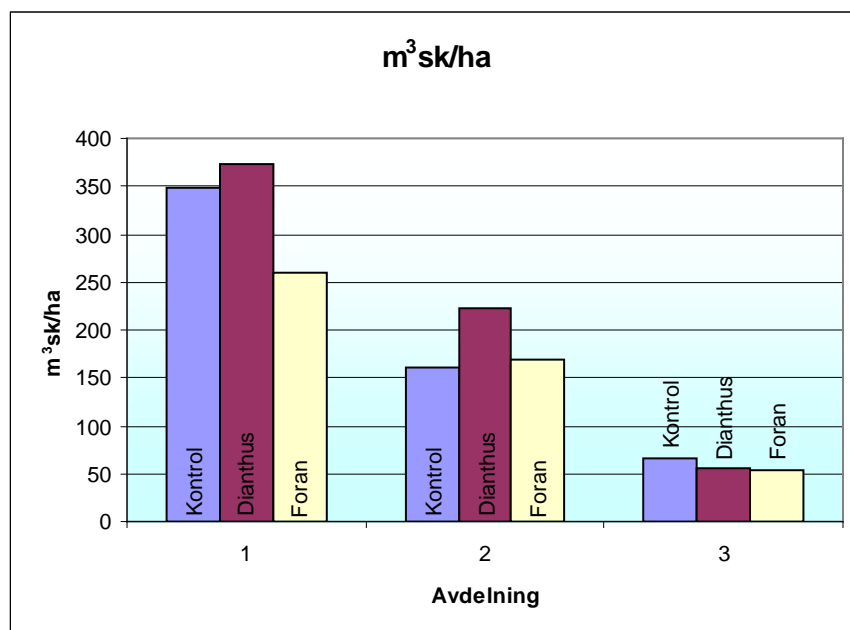
Forans indelning med 37st avdelningar och en medelareal på 2ha



Figur 6. Forans indelning efter deras beräkningar.

5.2 Volymer

Efter analyser av det egeninsamlade data och de data jag fått levererat från de olika aktörerna presenteras resultatet i figur 7 nedan.



Figur 7. Diagram på variationerna av volymsuppskattningen.

Figur 7 visar resultaten från tre olika avdelningar, avdelning 1 som består av de röda provytorna, avdelning 2 som består av de gula provytorna och avdelning 3 som består av de blåa provytorna, i figur 3.

Utifrån figur 7 kan det vara svårt att dra några direkta slutsatser eftersom att resultatet varierade kraftigt. I avdelning 1 (de röda punkterna och de 4 sydligaste gröna punkterna i figur 3) så ligger Dianthus lite över min kontrolltaxering och det kan ju bero på att indelningen såg lite olika ut och att de fått med ett område med högre volym som ligger utanför mina provtytor. Detsamma gäller för Foran som ligger väldigt lågt. Sammanställning av de olika mätningarna på avdelning 1 visas nedan i tabell 2.

Tabell 2. Sammanställning av resultatet på avdelning 1.

Avdelning 1			
	Kontroll	Dianthus	Foran
Stammar/ha	504	863	585
GY	31,2	33,8	26,5
DGV	39,7	22,8	28,2
HGV	24,6	23	19,8
m3 sk/ha	349	373	259,4

Tabell 3. Sammanställning av resultatet på avdelning 2.

Avdelning 2			
	Kontroll	Dianthus	Foran
Stammar/ha	400	587	328
GY	17,1	22,3	18,3
DGV	27,6	22,5	27,2
HGV	21,2	21	17,6
m3 sk/ha	161	223,4	170

Man ser tydliga variationer i stammar per ha där Dianthus ligger långt över kontrollen och Foran under. HGV ser man tydligt att Foran ligger mycket lägre än kontrollen. På GY ligger Dianthus högt men Foran ligger närmare jämfört med kontrollen. Såklart påverkar dessa olikheter resultatet.

Tabell 4. Sammanställning av resultatet på avdelning 3.

Avdelning 3			
	Kontroll	Dianthus	Foran
Stammar/ha	1215	1274	1369
GY	11,8	11	9,2
DGV	12,9	11	11,6
HGV	11,1	9	10,4
m3 sk/ha	65	56	53,7

Som man ser i sammanställningarna så är variationerna stora och svårt att dra några slutsatser.

5.3 Datahantering

När det gäller datahanteringen så har båda organisationerna som medverkar i undersökningen möjlighet att leverera data i den form som efterfrågas, i denna undersökning levererades data i Excel dokument

5.4 Leveranstider

Leveranstiderna för denna undersökning var enligt mig för lång, i brevet framgick inte önskemål om senaste leveransdatum.

Första kontakten med organisationerna gjordes den 2011-02-02 och sista resultatet tillhandahöll jag den 2011-09-13.

6 DISKUSSION

I diskussionen tänkte jag fundera lite djupare på resultaten jag kommit fram till. Främst kommer jag att diskutera kring beståndsindelningen och volymen, detta för att jag tycker det är intressant att det kan skilja så mycket, även fast man har utgått från samma grunddata.

6.1 Beståndsindelning

Till att börja med så är det ju beståndsindelningen, det är ju i princip omöjligt att säga vad som är rätt och fel. Det viktiga är ju inte att man har så exakt indelning som det bara går, för då skulle det bli så många och små bestånd att det skulle bli övermäktigt att göra fältarbetet. Utan det jag anser viktigast är att man får en väl avvägd indelning, i första hand indelad efter huggningsklass sedan medelhöjden. Eftersom att skogen ser ut som den gör och kan vara väldigt skiftande inom små områden är det väldigt svårt att bestämma beståndsgränserna när man är ute i skogen. Man ser att skogen inte ser lika ut men vart går gränsen? Då är den förtolkade indelningen till stor hjälp eftersom att man då har studerat skogen uppifrån och kan se hur skogen varierar och då sätta en beståndsgräns någonstans i mitten. Man kanske skulle kunnat göra undersökningen annorlunda och bestämt ett bestånd, så att allas mätningar hamnat i precis samma bestånd.

Av de olika beståndsindelningarna kan man utläsa att det inte kommer att finnas ett facit eftersom att alla ser olika ut. Vid en första anblick så noterar jag att Dianthus indelning ser väldigt plottrig ut med väldigt många och små bestånd. Vilket inte betyder att det är fel, men kanske lite opraktiskt. Noterbart med forans indelning är att den är väldigt kantig med många raka linjer vilket ofta inte speglar skogens utseende, den ser lite stel ut. Frågan är ju om man föredrar mindre bestånd med bra data och sedan ha möjlighet att slå ihop bestånd för att få till rationella behandlingsenheter med avseende på biologiska, ekonomiska och drivningstekniska faktorer. Eller om man vill ha stora bestånd som är färdiga behandlingsenheter men med lite sämre noggrannhet på informationen.

Men jag tror att om man med tydliga mål i sin beställning, så kan samtliga organisationer påverka beståndsindelningen mot de mål man har med tolkningen av materialet.

6.2 Volymer

När man tittar på sammanställningen i Tabell 2 så förstår man ganska snabbt att volymerna kommer att variera kraftigt. Kanske främst för att de olika parametrarna som bestämmer volymen varierar kraftigt mellan aktörernas uppskattningar och kontrollen. Det är ju förstås ingenting som säger vad som är rätt och fel men jag hade hoppats att resultatet från aktörerna skulle vara närmare kontrolltaxeringen. Man kan se stora variationer i vissa parametrar som

t.ex. i Tabell 2, om man tittar på DGV där Dianthus har sagt 22,8 och Foran 28,2 medans kontrolltaxeringen säger att den borde vara i alla fall en bit över 30.

Om man tittar på HGV i Tabell 2 så ligger Foran långt under både kontrolltaxeringen och Dianthus. Man kan misstänka att det har skett ett misstag och att Foran har underskattat trädhöjden. Enligt tidigare erfarenheter borde Foran inte ta fel på höjden så grovt som de gjort i detta fall. Foran har blivit kontaktade och tillfrågade om de ville kontrollera sina mätningar. Det visar sig att de har tagit fram en aritmetisk medelhöjd på bestånden och HGV (Höjd grunytevägd). Detta kan vara förklaringen till att just Foran ligger lågt på höjden.

Jag personligen tycker att resultatet är för varierande för att kunna dra en ordentlig slutsats. Mer undersökningar bör göras för att säkerhetsställa resultatet. Jag skulle kunna tänka mig att man skulle göra en liknande undersökning, men välja ut ett bestämt bestånd. På det viset skulle man säkerställa att alla gör mätningar på precis samma bestånd, sedan skulle man göra denna undersökning på resterande del av fastigheten. Ett annat önskemål skulle vara att fler aktörer ville vara medverkande i undersökningen. Då skulle man få mer data att analysera och se tydligare mönster, för att se om någon alltid ligger fel på vissa parametrar.

6.3 Datahantering

Datahanteringen har jag inte så mycket att tycka till om, samtliga organisationer är flexibla och kan leverera i den form som efterfrågas.

6.4 Leveranstider

Förklaringen till att det tog lång tid att leverera data kan vara att det inte spikades en deadline. Man kan ju också tänka sig att det inte är ett så högt prioriterat, med tanke på att det inte utgick någon ersättning för leveransen. Men jag är övertygad om att leveranstiderna skulle förkortas om det varit en affärsuppgörelse och en skarp beställning, framförallt om det skulle vara en större areal som beställningen gjordes på.

7 SAMMANFATTNING

Skogsbruksplanen är ett viktigt verktyg i skogsbruket, med en god översikt på ditt innehav är det mycket enklare att planera åtgärder i skogen och ekonomisk planering. Skogsbruksplanen är också ett viktigt hjälpmedel vid fastighetsvärdering och försäljning av fastigheter. I dag är det ovanligt att en fastighet kommer ut på marknaden än utan en skogsbruksplan som grund för värderingen.

Skogsägarföreningarna i Sverige har tillsammans ett planprogram som heter Skogsägarplan. Med hjälp av skogsägarplan så är det möjligt för skogsägare att komma åt sin skogsbruksplan via internet, och de kan göra ändringar och dokumentera utförda åtgärder.

Med tanke på detta så är det oerhört viktigt att det är hög kvalitet på skogsbruksplanen, och att den är ordentligt gjord. Och att göra en skogsbruksplan är inte det lättaste, det är oerhört många beslut som måste tas och mycket mätningar som måste göras. Med hjälp av fjärranalys så kan fältarbetet vid skogsbruksplanläggningen underlättas oerhört. Men då gäller det att fjärranalysmaterialet är av hög kvalité och enkelt att tillämpa i fält.

Denna studie handlar om hur man kan tillämpa fjärranalys för att underlätta fältarbetet vid skogsbruksplanläggning. Det beskrivs olika metoder för insamling av fjärranalysmaterial och hur dessa kan hjälpa planläggaren.

I studien har det skickas ut en beställning på att ta fram digitalt förtolkat material på skoglig beståndsindelning över samma fastighet. I beställningen så bad man aktörerna att använda sig av lantmäteriets Nya nationella höjdmodell som basdata. Två av fem tillfrågade aktörer på marknaden som var intresserade av att delta i undersökningen

Det utfördes en kontrolltaxering av lite olika bestånd på fastigheten, det förtolkade materialet har sedan granskats och blivit jämfört med kontrolltaxeringen. Tre bestånd granskas extra noga för att försöka se variationer mellan aktörerna och taxeringen.

Resultatet blev varierande och det vart svårt att dra konkreta slutsatser, i studien kan man se att det blir väldigt olika resultat även fast man använder samma grundinformation.

8 KÄLLFÖRTECKNING

8.1 Publikationer

1. Baltsavias, E.P. (1999). *A comparison between photogrammetry and laser scanning*, ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing 54.83–94
2. Brandtberg, T. & Walter, F. (1998). *Automated delineation of individual tree crowns in high spatial resolution aerial images by multiple-scale analysis*, Uppsala: Centre for Image Analysis, Swedish University of Agricultural Sciences.
3. Farid, A. Rautenkranz, D. Goodrich, D.C. Marsh, S.E. Sorooshian, S. (2006). *Riparian vegetation classification from airborne laser scanning data with an emphasis on cottonwood trees*, Can. J. Remote Sensing, Vol. 32, No. 1, pp. 15–18.
4. Gustavsson, N. (2010). *Förtolkning till skogsbruksplaner – Koppling till systemet 3G plan*, Institutionen för Naturgeografi och Ekosystemanalys Lunds Universitet, Lund.
5. Koch, B. (2010). *Status and future of laser scanning, synthetic aperture radar and hyperspectral remote sensing data for forest biomass assessment*. Freiburg: Department of Remote Sensing and Landscape Information Systems, Albert-Ludwigs University of Freiburg
6. Kotamaa, E. Tokola, T. Maltamo, M. Packale'n, P. Kurttila, M. Ma'kinen, A. (2010). *Integration of remote sensing-based bioenergy inventory data and optimal bucking for stand-level decision making*, Joensuu: University of Eastern Finland.
7. Næsset, E. (2009). *Effects of different sensors, flying altitudes, and pulse repetition frequencies on forest canopy metrics and biophysical stand properties derived from small-footprint airborne laser data*, Ås: Department of Ecology and Natural Resource Management, Norwegian University of Life Science
8. Næsset, E. (2004). *Accuracy of forest inventory using airborne laser-scanning: evaluating the first Nordic full-scale operational project*. Ås: Department of Ecology and Natural Resource Management, Agricultural University of Norway.
9. Olsson, P.O. (2009). *Digitala höjdmodeller och höjdsystem. Insamling av höjddata med fokus på flygburen laserskanning*. Lund: Centrum för Geobiosfärs vetenskap Naturgeografi och Ekosystemanalys, Lunds Universitet.

10. Sua´rez, J. Ontiveros, C. Smith, S. Snape, S. (2005). *Use of airborne LiDAR and aerial photography in the estimation of individual tree heights in forestry*, Forest Research, Northern Research Station.
11. Waser, L.T. Ginzler, C. Kuechler, M. Baltsavias, E. Hurni, L. (2011). *Semi-automatic classification of tree species in different forest ecosystems by spectral and geometric variables derived from Airborne Digital Sensor (ADS40) and RC30 data*, Remote Sensing of Environment 115 76–85

8.2 Internet

Länk A, Elektromagnetiska spektra,
<http://www.senseiscandinavia.se/se/resonans/infra.htm>, 2011-03-07

Länk B, Lica ADS80, http://www.leica-geosystems.com/en/Leica-ADS80-Airborne-Digital-Sensor_86846.htm, 2011-03-07

Länk C, ITC, <http://www.terranor.no/iCtrees/iCtreesServices.aspx> , 2011-02-23

8.3 Intervjuer

Jørgensen, Nils Erik, GIS konsulent på TerraNor (telefonintervju), 2011-02-07

Walter Fredrik, VD och fjärranalysarkitekt på Dianthus (telefonintervju), 2011-02-23